

## **Коммунальное хозяйство городов**

---

УДК 721.011 : 519.832.3

В.И.ТОРКАТЮК, д-р техн. наук, Н.М.ЗОЛОТОВА, Д.И.ВАСИЛЬЕВ,  
О.В.ТРЕМПОЛЕЦ, О.Ю.ПРЫЖКОВА, Ю.Г.ПРАВ, А.Л.ШУТЕНКО,  
С.А.СВИЧКА, О.М.ВИНОГРАДСКАЯ, АЛЬ РАДВАН ОСАМА

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

С.В.БУТНИК, канд. техн. наук

*Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры*

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ МАТРИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКЦИИ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Рассматривается инновационно-экономическая модель совершенствования систем матричной технологии разработки организационно-технологических проектов формирования продукции капитального строительства, которая позволяет минимизировать инвестиционные риски, выявить синергетический эффект каждой альтернативы деятельности и в соответствии с ней сформировать рациональную стратегию использования инвестиций и календарный план производства строительно-монтажных и специализированных работ. В процессе разработки и реализации календарного плана инвесторы и подрядчики имеют возможность определить величину синергетического эффекта как сумму дополнительной прибыли от вида выбранного набора объектов и работ из условия учета установленных ресурсных ограничений и ситуации на рынке строительных работ и услуг.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью обеспечения взвешенной стратегии деятельности строительных предприятий в конкурентной среде с целью повышения общей эффективности строительной отрасли, оптимизации экономической и производственной структуры ведущих участников строительно-инвестиционного процесса – инвесторов, подрядчиков, предприятий и организаций строительной индустрии.

Выполненные в этом направлении исследования [1-3] не дают достаточно полного ответа на стоящие перед строительной отраслью задачи по повышению ее эффективности и вызывают научную и практическую необходимость упорядочения самого процесса разработки стратегии функционирования субъектов строительного рынка, которые должны отвечать следующим принципам: коммутативной направленности, стратегической гибкости, единству анализа и синтеза, самосохранения и др.

Решение этих задач принципиально может быть достигнуто при использовании матричной структуры управления [12] – тип организационной структуры системы управления, которая реализуется путем совмещения структур двух типов: линейной и программно-целевой. В

соответствии с линейной структурой (по вертикали) строится управление по отдельным сферам деятельности; в соответствии с программно-целевой структурой (по горизонтали) выполняется управление программами. Матричная структура управления позволяет упорядочить горизонтальные связи, сократив их продолжительность в процессе управления, свести к минимуму отрицательные воздействия последствий многоуровневого линейного подчинения, ускорить принятие решений и способствует повышению ответственности за содержание и результаты решения.

Однако конкретно для строительной отрасли, учитывая ее специфику, этот путь управления разработан недостаточно и требует своего решения. В связи с этим целью настоящей работы является разработка научно обоснованных положений по совершенствованию систем матричной технологии реализации организационно-технологических проектов формирования стратегии деятельности строительных, промышленных и инвестиционных компаний на соответствующих системно-методологических принципах.

Ориентация в капитальном строительстве на конечный результат, а также тенденция достижения прироста объемов выпуска и повышения качества продукции в основном за счет технического перевооружения и реконструкции действующих предприятий отражается на характере, организации и технологии проектных работ в строительных организациях [4].

Система управления строительной организацией в рыночных условиях должна учитывать влияние инвестиционных факторов, действия конкурентов, неопределенность информации. Право частной собственности дает возможность строительным организациям использовать собственные подходы к разработке системы управления, учитывающей влияние государственных решений в рыночных условиях, в которых функционируют предприятия различных форм и объемов. Чтобы обеспечить строительным организациям как субъектам рынка надлежащее развитие, необходимо в системе их операционной деятельности достаточно объективно и полно учитывать взаимосвязи между подсистемами управления и подразделениями организации, принципиальная схема которых приведена на рис.1. В соответствии с этой схемой функционирующие элементы строительного предприятия должны закладываться в процесс проектирования его параметров.

Современные требования научно-технического прогресса [5, 6] в строительстве вносят в процесс проектирования существенную новизну: во-первых, сфера научных разработок в рамках проектирования (прогностика, моделирование, информационное обеспечение и выпол-

нение расчетов в автоматизированных режимах) значительно расширяется; во-вторых, приоритет технологического раздела проектирования, который становится главной частью проектов, а также развитие элементов формализации в технологии проектирования обуславливают широкое использование комплексных функционально-ориентированных схем в проектировании, реализуемых на балансовой основе.

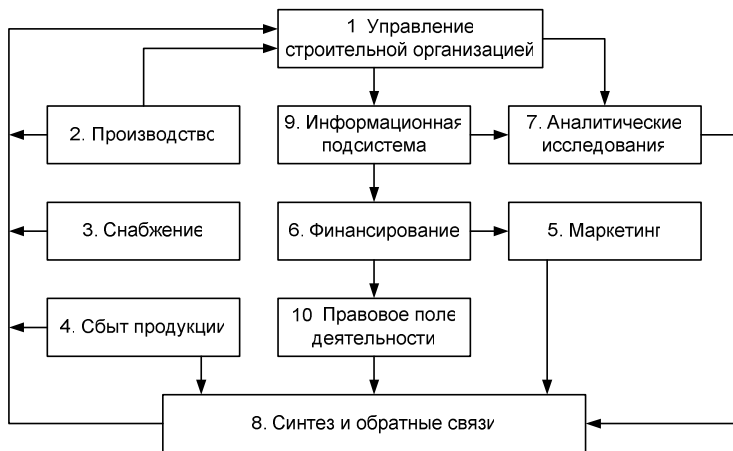


Рис.1 – Взаимосвязь элементов системы строительной организации

Традиционная предметная ориентация на части здания (объекта) и на соответствующие разделы проекта все более уступает место функциональной ориентации, в рамках которой объектом проектирования становятся производственные, технологические функции предприятий, к числу которых следует отнести: формирование, обеспечение и функционирование технологического процесса производства, рационального пространственного (территориального) размещения технологического и другого оборудования и его узлов; защиту (ограждения от влияния воздействия) оборудования и внутренней (производственной) среды; обеспечение условий комфортности и необходимого микроклимата для производственного персонала предприятия, включая удовлетворение эстетических потребностей; охраны среды обитания и т.д.

Функциональная ориентация в проектировании находит свое выражение уже на стадии подготовки заданий на проектирование, опираясь прежде всего на особенности в структуре и их содержательной направленности. Например, в заданиях на проектирование аэропортов становится правилом выделять такие функциональные разделы, как

функционирование объекта по основной деятельности, реализация транспортных функций при эксплуатации объекта, обеспечение жизнедеятельности объекта по важнейшим показателям, комфортность среды сооружаемого объекта и т.д.

Опыт [7, 8] свидетельствует, что функциональная ориентация проектирования существенно повышает качество проектирования и строительства. Наибольший эффект в проектировании достигается в том случае, когда функциональная ориентация сочетается в технологическом процессе проектирования с наиболее полным и эффективным использованием научных методов моделирования объектов, производственных и проектных функций. При таком подходе в функциональной ориентации учитывается технология проектирования и существенно преобразуется технологический процесс.

В основу рассматриваемой ниже концепции технологии проектирования приняты следующие методологические положения.

Процесс проектирования образуется совокупностью специализированных потоков, развивающихся в следующих активных зонах: 1 – формирования заданий; 2 – науки; 3 – реализации проектных функций; 4 – реализации проекта; 5 – нормативов.

Проектирование как творческий процесс находится под воздействием двух факторов: общегосударственных (народнохозяйственных) целей и научно-технического прогресса. Первый представлен заданием на проектирование, второй – результатами деятельности в сфере науки (методами, моделями и др.).

Технология проектирования обязательно включает важнейшие компоненты любой системы материального производства: кадры, технические средства, социально-экономические аспекты и др.

В активной деятельности кадров, несмотря на ее многоплановость, могут быть выделены два основных направления: разработка методов проектирования (моделей и расчетных схем), а также технологических матриц, определяющих структуру технологического процесса и составляющих основу технологии проектирования; разработка конкретных схем технологических процессов с использованием технологических матриц и принятие на их основе проектных решений, а также выпуск проектно-сметной документации (ПСД).

Рассматриваемая технология проектирования должна быть отнесена к числу сложных систем (рис.2).

Система включает 18 блоков, расположенных в пяти зонах, пятая зона пересекается со второй, третьей и четвертой зонами и не имеет независимых блоков. Блоки связаны между собой 30 дугами (векторами), обозначающими направления связей (потоков). На выходе блоки



зон имеют следующее число векторов: первая – 2; вторая и третья – по 11; четвертая – 6, т.е. всего 30. Активность зон определяется следующим числом выходов из 10: первая – 1 (10%); вторая – 6 (60%); третья – 2 (20%); четвертая – 1 (10%).

Таким образом, наиболее активной в методологическом отношении является вторая зона (науки), что отражает современные тенденции в строительстве и проектировании и достаточно убедительно иллюстрирует существующие проблемы строительной отрасли Украины на пути ее трансформации к рыночным отношениям [2].

Изложенные принципы позволяют сформулировать систему матричной технологии формирования организационно-технологических проектов управления строительным предприятием в процессе его функционирования для создания высококачественной продукции, содержание которой изложено в виде структурно-логической схемы на рис.3 [9].

В проектировании накоплен большой опыт, разработаны многие методы и модели принятия решений, образован обширный фонд пакетов программ, позволяющих использовать ЭВМ [10]. Тем не менее технология проектирования, механизм формирования проектных решений и оформление ПСД изучены еще недостаточно, качество проектов требует улучшения, нормативные сроки проектирования не всегда выдерживаются и т. д. Недостатки в организации и технологии проектирования, по нашему мнению, связаны прежде всего с недостаточным использованием результатов научных работ. Нужно отметить что отсутствие развитой теории проектирования сказывается прежде всего на терминологии и семантике в целом. Иногда даже самые простые понятия получают неправильное толкование. Например, термин «проектирование» понимают (переводят) обычно как «составление проектов», тем самым исключая определение требований к качеству проектов. Между тем, слово «проект» происходит от слов «бросание вперед» (*лат.*). Главный синоним слова «проект» – замысел. Описать технологию проектирования – это значит дать описание способа формирования нового замысла. При этом способ также может быть новым. Таким образом, в идеальном случае технология может состоять в создании нового новым способом. Такой подход может быть реализован, если вторая зона (наука) является надежным поставщиком «проектных заготовок» для осуществления поставленных целей. Поскольку формирование замысла всегда преследует определенную цель, то первым звеном технологической цепочки, реализующей механизм проектирования, является задание на проектирование. Полная структура цепочки определяется по следующим соображениям. Традиционно развитие

Адресность исследования	Критериальная основа выбора стратегии		Системно-образующий принцип
Строительные генподрядные и субподрядные организации. Инвестиционные компании, заказчики, кредиторы проектов	Локальные промежуточные критерии	Остаточный (совокупный) критерий	<ul style="list-style-type: none"><li>- композиции;</li><li>- пропорциональности;</li><li>- онтогенезиса;</li><li>- стратегической гибкости;</li><li>- единства анализа и синтеза;</li><li>- самосознания;</li><li>- развития</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- максимум прибыли;</li><li>- индекс приросту оборотности оборотных средств;</li><li>- минимум интенсивности административно-управленческих, коммерческих и других расходов организаций при внедрении стратегии</li></ul>	Определение части локальных решений игровым путём и их объединение в окончательное	
НАЗНАЧЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ			
<ul style="list-style-type: none"><li>- обеспечение достоверного моделирования поведения строительных организаций среди других конкурентов;</li><li>- определение достоверности сценариев инвестиционных ситуаций;</li><li>- составление плана освоения инвестиций и производства работ по наиболее вероятностному сценарию</li></ul>			
Экономико-математические основы исследования			Основные этапы исследования
Модель операций обеспечивает оптимальную стратегию участника путем поиска максимума функции полезности			1. Статистический анализ влияния ведущих микро- и макроэкономических факторов влияния на результат деятельности строительного комплекса
Теория игр является общеметодологической основой при формировании модели вместе с программными продуктами, которые обеспечивают возможность ее использования для нужд строительства			2. Формирование материально-содержательной основы исследования - переменных факторов, критериев, алгоритмов
Зависимыми переменными привязанной функции являются векторы стратегий игроков - участников			3. Разработка методики выбора оптимальной стратегии с учётом поведения конкурентов и других требований среды рынка
Связь с результирующей функцией осуществляется путём экономического взвешивания условий осуществления стратегий игроков, таких как: возможность создания коалиций игроков, наличие и полнота информации, правила игры и др.			4. Разработка методики формирования стратегий двух участников с учётом диверсификации их деятельности
			5. Объединение полученных результатов в единый методико-программный комплекс и его внедрение для нужд строительной отрасли в рыночной среде

Рис.3 – Структурно-логическая схема организации исследований для совершенствования проектных решений в строительной отрасли

производства описывается цепочкой: наука – проектирование – строительство – производство. К области капитального строительства относят два средних блока цепочки. Блок науки в промышленности направлен для системы расширенного воспроизводства на главную цель капитальных вложений – на повышение объема выпуска и качества промышленной продукции. Проблемы строительства и технологии строительного проектирования, по этим причинам, в первом блоке отражения не находят. Введение в цепочку технологии проектирования блоков задания и блока науки (строительной) устраняет эти недостатки.

Окончательно цепочка предстает в следующем виде: задание – наука – проектирование – строительство (производство, имеется в виду эксплуатация строящегося предприятия) [2].

Основными блоками цепочки являются блоки науки и проектирования. В этих блоках (рис.2) функции проектирования реализуются двумя группами кадров – научных и проектных. Научные кадры обеспечивают разработку теории проектирования, принятия проектных решений, методов расчета и конструирования строительных конструкций и пр., методик формирования нормативов. Кадры проектировщиков разрабатывают схемы технологического процесса применительно к конкретным заданиям, выполняют типовое проектирование, принимают конкретные проектные решения и формируют проектно-сметную документацию по конкретным объектам.

Таким образом, основой рассматриваемой технологии является распределение функций проектирования по всей цепи процесса. В наибольшей степени это выражается в связях пары «наука – проектирование». Практически это означает, что значительная часть исходного материала для проектирования поступает в третью зону в готовом виде. Задача проектировщиков сводится лишь к реализации ранее разработанных методов и средств проектирования, представленных схемами, моделями, нормативами, инструкциями, пакетами программ и пр. Количество таких проектных заготовок и области их применения в проектировании последовательно увеличиваются, расширяются, углубляются.

Способы формирования и виды проектных решений развиваются в направлении постепенного перехода от типовых проектов зданий и сооружений к типовым конструкциям и деталям и далее к типовым методам принятия организационно-технологических решений и, как следствие, к типовым постановкам задач и моделям.

При этом в отличие от существующей практики типового проектирования разработку типовых заготовок характеризует не только зна-



чительная технологическая широта номенклатуры, но и многовариантность, методологическое изобилие предложений, обеспечивающих большой выбор методов и средств (технологий) проектирования.

Сущность рассматриваемой технологии состоит также в том, что проектные заготовки в рамках рассматриваемого технологического процесса составляют ранжированную систему (систему ранжированных рядов), причем классифицированы не только объекты проектных решений, но и проектные функции, методы и средства, используемые в проектировании.

Система технологического обеспечения строится в виде пакетов матриц для некоторого ограниченного множества технологических пар вида: объект – функция, функция – метод, метод – средства и т.п. В количественном отношении параметры матриц базируются на балансовых расчетах и теории бинарных отношений, согласно которым в каждой матрице рассматриваются параметры, принадлежащие к двум семантическим классам. Параметры одного класса располагают по строкам, другого – по столбцам матрицы.

Для случая решения «задачи выбора» (например, выбора метода или средства) используют матрицу, сформированную по булевой схеме\*. В такой матрице на пересечении «строка – столбец» помещен один из двух символов: 1 или 0, что означает соответственно «да» или «нет».

Матрицы могут быть с успехом использованы для нахождения числовых значений параметров проектных функций. Это обусловлено тем, что сбалансированность принимаемых решений приобретает все большее значение для эффективного функционирования капитального строительства.

Для достижения сбалансированности принимаемых на разных этапах и уровнях проектирования (программирования) проектных решений используют совокупности балансовых пар, связанных по схеме рекуррентного уравнения. При этом левый член каждого балансового уравнения представлен правым членом предыдущего – и так для каждой строки. Этот прием используется не только для проектирования, но и для планирования расширенного воспроизводства, причем эти балансовые системы взаимосвязаны.

Для инвестиционного цикла имеем: прирост производства – ввод мощностей; ввод мощностей – проектные решения; проектные реше-

---

\* Более подробно см. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1970. – 720 с. (см. 12.8.1. Булевы алгебры, с.344).

ния – строительство; строительство – ресурсы строительства; ресурсы строительства – инфраструктура [11].

На всех этапах принимаемые решения должны соответствовать требованиям научно-технического прогресса (теория, методы проектирования, технические средства). Поэтому процесс проектирования может быть представлен следующим каскадом балансов: научно-технический прогресс – проектные решения; проектные решения – методы, модели; методы, модели – технические средства.

Методологической основой рассматриваемой технологии проектирования является система балансовых уравнений, записанных в параметрической форме по схеме «цель – средства». Это позволяет в каждом случае выделить управляемые параметры в соответствии со средствами достижения поставленной цели. Эти средства (управляющие параметры) и их связь с целями конкретизируются с помощью матриц. Пример структуры проектной заготовки, представленной в матричном виде, иллюстрируется таблицей. Матрица  $\{a_{ij}\}$  размером  $m \times n$  содержит  $m$   $i$ -х методов и  $n$   $j$ -х средств проектирования [10].

		$j$ -е средства			
		1	2	...	$n$
$i$ -е методы	1	$a_{1i}$	$a_{12}$		$a_{1n}$
	2	$a_{2i}$	$a_{22}$		$a_{2n}$
	...			$a_{ij}$	
	$m$	$a_{mi}$	$a_{m2}$		$a_{mn}$

Матрицы сопровождаются словарями, содержащими аннотации и библиографию для каждого метода (средства), что существенно облегчает поиск и выбор проектировщиком целесообразного в каждом случае и эффективного инструмента проектирования.

В описываемой концепции методологии проектирования рассматривается проблема формирования и применения технологических матриц, составляющих структурно-функциональную основу технического процесса проектирования.

Схема процесса, определяющая базовый механизм рассматриваемой технологии, представлена на рис.4.

Схема построена по матрично-векторному принципу, который предусматривает матричную конструкцию графа. Такая конструкция

дана в неявной форме (без указания наименований строк и столбцов), тем не менее по обоим направлениям элементы подвергнуты внутреннему ранжированию. Критерии ранжирования готовности проекта (от задания до заключительной документации) отражаются в строках матрицы. По столбцам в качестве критерия принят признак технологической очередности использования методов и средств проектирования. Технология охватывает широкое поле информации, связанной с деятельностью кадров, занятых в проектировании. Изложенные принципы технологии проектирования рассматриваются как основа способов производства проектных решений, представленных проектно-сметной документацией [9, 10, 12].

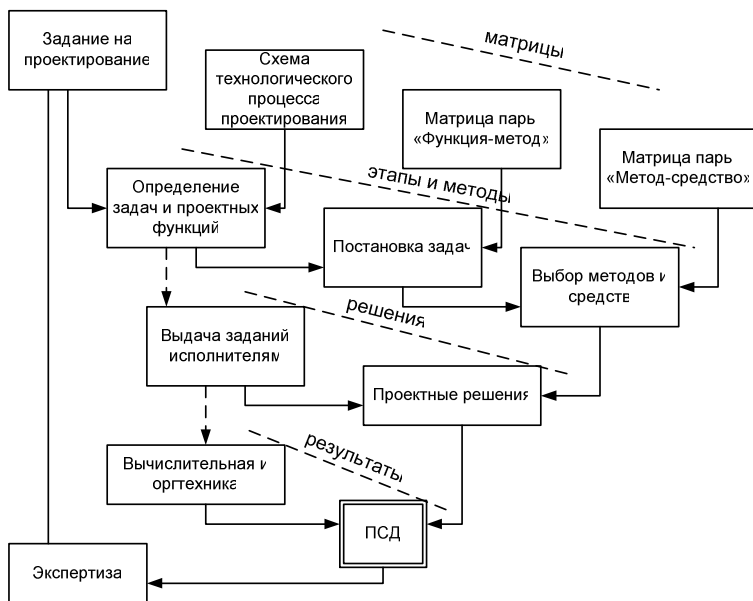


Рис. 4 – Схема реализации матричной технологии проектирования

Таким образом, при совершенствовании систем матричной технологии разработки организационно-технологических проектов формирования продукции капитального строительства можно сделать следующие выводы:

1. Необходимым условием эффективного функционирования ведущих участников строительно-инвестиционного процесса – инвесторов, подрядчиков, предприятий и организаций строительной индустрии является взвешенная стратегия деятельности в конкретной среде.

Анализ источников финансирования в отрасли и предмета исследования позволяет подчинить процесс разработки стратегий строительной отрасли следующим принципам: композиции, пропорциональности, онтогенезиса, стратегической гибкости, единства анализа и синтеза, самосохранения и др.

2. Поскольку в рыночной среде выбор стратегической альтернативы в первую очередь обуславливается ожидаемой реакцией конкурента при формировании методики разработки стратегий в строительстве является весомой необходимостью экономического учета поведения участников строительно-инвестиционного процесса.

3. В процессе формирования бизнес-решений в строительной организации каждый участник пытается получить максимум функции своей полезности, однако в ней не все аргументы зависят от него и это является проблемой определения оптимального поведения каждого из них. Для преодоления такого методологического противоречия рациональным является использование теоретико-игровых методов матричного проектирования.

4. Математическая модель разработанного методологического комплекса систем матричной технологии проектирования дает возможность определить оптимальную стратегию участника инвестиционного процесса как максимум функции его полезности. Зависимыми переменными рассматриваемой функции являются векторы стратегий игроков-участников. Их связь с результирующей функцией осуществляется путем экономического взвешивания следующих стратегических обстоятельств (условий осуществления стратегии игроков), таких как возможность создания коалиции игроков, наличия и полноты информации у игроков о стратегических альтернативах конкурентов (соучастников), правила игры и др. Созданная модель позволит определить достоверные сценарии развития матричного проектирования, которая моделирует инвестиционную ситуацию, и составит план, по которому будут определены те альтернативы, которые она может воплощать в любой ситуации в зависимости от фактической информации.

5. С целью усиления практической направленности совершенствования систем матричной технологии разработки организационно-технологических проектов формирования продукции капитального строительства процесс выбора оптимальных стратегий объединено с процедурами минимизации строительно-инвестиционных рисков.

6. Полезность участника процесса совершенствования систем матричной технологии разработки организационно-технологических проектов формирования продукции капитального строительства моделируется в условиях конфликтной ситуации, возникающей в результа-

те деятельности конкурента, который старается «обыграть» участника нашего процесса. Оптимальными стратегиями деятельности нашего участника инвестиционного процесса являются составляющие стратегии, которые предоставляют нашему участнику максимальный выигрыш и одновременно минимизируют совокупный риск с учетом принятого для этих участников данного уровня диверсификации с целью обеспечения коммунитивной схемы функционирования строительного предприятия на пути достижения синергизма.

1.Олейник Н.П. Организация строительства. Концептуальные основы, модели и методы, информационно-инженерные системы. – М.: Профиздат, 2001. – 408 с.

2.Діантовський І.Б., Волобаєв Б.А. Інвестування у наукові дослідження та розробки // Будівництво України. – 1995. – №1. – С.36-38.

3.Гусакова Е.А. Организационно-технологический генезис и инновационная восприимчивость строительных систем // Методы и модели автоматизации проектирования в строительстве: Науч.-техн. сб. – М.: МИА-МИСИ, 2001. – С. 27-29.

4.Денисов Г.А. Организационное управление строительными инновационными программами. – М.: Стройпрогресс, 1997. – 322 с.

5.Амиров Ю.Д. Технологичность конструкций изделия. – М.: Машиностроение, 1990. – 768 с.

6.Булгаков С.Н. Технологические инновации в инвестиционно-строительном комплексе. – М.: РААСН, 1998. – 547 с.

7.Баркалов С.А., Бурков В.Н., Соколовский В.В., Шульженко Н.А. Прикладные модели в управлении организационными системами. – Тула: ВГАСУ, 2002. – 444 с.

8.Шутенко Л.Н. Технологические основы формирования и оптимизации жизненного цикла городского жилого фонда (теория, практика, перспективы). – Харьков: Майдан, 2002. – 1054 с.

9.Реусов В.А., Торкатюк В.И., Пушкаренко В.В. Формирование и оценка качества проектных решений в строительстве. – К.: Будівельник, 1988. – 208 с.

10.Оптимизация управления процессом деятельности строительного предприятия: монография / Торкатюк В.И., Дмитрук И.А., Стадник Г.В. и др.; Под общ. ред. д.т.н. проф. В.И.Торкатюка. – Харьков: ХНАГХ, 2004. – 552 с.

11.Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смаян С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. – М.: Дело, 2002. – 888 с.

12.Гусаков А.А. Системотехника. – М.: Фонд «Новое тысячелетие», 2002. – 768 с.

*Получено 30.05.2005*